

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-286585

(P2001-286585A)

(43) 公開日 平成13年10月16日 (2001.10.16)

(51) IntCl⁷

A 6 3 B 53/04

識別記号

F I

A 6 3 B 53/04

キーワード(参考)

C 2 C 0 0 2

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-110569(P2000-110569)

(22) 出願日 平成12年4月6日 (2000.4.6)

(71) 出願人 000113920

マルマンゴルフ株式会社

千葉県松戸市松飛台288番地

(72) 発明者 双田 武夫

千葉県松戸市松飛台288番地 マルマンゴ
ルフ株式会社内

(72) 発明者 川島 悦弘

千葉県松戸市松飛台288番地 マルマンゴ
ルフ株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

Fターム(参考) 20002 A4D2 CH04 CH06 MM04 MM07

PP02 PP04 SS01 SS04

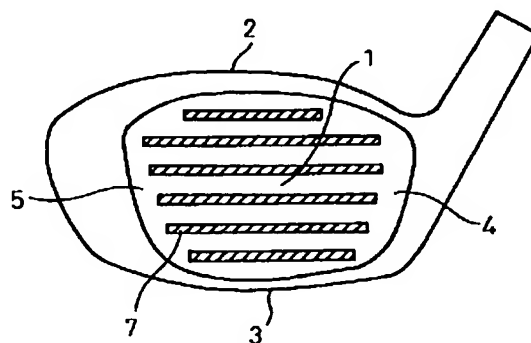
(54) 【発明の名称】 ゴルフクラブヘッド

(57) 【要約】

【課題】 中空構造を有し、大容積にもかかわらず、慣性モーメントが高く、軽量で、かつ重心距離が短く、更にフェース表面に線状の粗度を有するウッド型ゴルフクラブヘッドを提供する。

【解決手段】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース高さをH、フェースの幅をLとした場合に、 H/L を0.5以上1.0以下とし、X軸回りの慣性モーメントを $2.0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 以上とし、更にヘッド重量が190g未満で、ヘッド高さが56mm以上、X軸およびY軸に平行な平面に重心を投影した点から、前記平面にシャフト軸を投影した直線に降ろした垂線の長さである重心距離が45mm以下であるゴルフクラブヘッド。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース高さをH、フェースの幅をLとした場合に、 H/L を0.5以上1.0以下としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項2】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、X軸回りの慣性モーメントを $2.0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 以上としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項3】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、ヘッド重量が190g未満としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項4】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース高さを56mm以上としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項5】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、X軸およびY軸に平行な平面に重心を投影した点から、前記平面にシャフト軸を投影した直線に降ろした垂線の長さである重心距離が45mm以下としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

【請求項6】 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース表面の表面粗さを $5 \sim 30 \mu\text{m}$ としたことを特徴とする請求項1～5のいずれかの項に記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項7】 前記フェース表面の表面粗さを $5 \sim 30 \mu\text{m}$ とした部分が複数の直線であることを特徴とする請求項6記載のゴルフクラブヘッド。

【請求項8】 フェース以外のヘッド部材を浮遊溶解減圧吸引精密鋳造法により成形したことを特徴とする請求項1～7のいずれかの項に記載のゴルフクラブヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、中空構造を有し、大容積にもかかわらず、慣性モーメントが高く、軽量で、かつ重心距離が短く、更にフェース表面に線状の粗度を有するウッド型ゴルフクラブヘッドに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、中空構造を有するウッド型ゴルフクラブヘッドにおいては、方向性の向上を目的とし、ヘッドの大型化が進んでいる。ヘッドの体積を大きくすると、ヘッドの慣性モーメントが増大し、打球時のヘッドの姿勢が安定すると言われている。この目的を実現するために種々の提案がなされている。例えば、特開平1-290486号公報および特開2000-51405号公報においては、慣性モーメントと打球の曲がりおよび飛距離の低下量との関係が開示されている。これらの先行技術によれば、慣性モーメントの増大と共に打球の曲がりおよび飛距離の低下は減少されるも、 $3.5 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ を越えたところから、それ以上慣性モーメントを増大しても、打球の曲がりおよび飛距離の低下量とも余り減少しなくなることが記載されている。

【0003】また、ヘッドの反発性向上を目的とし、フェースを大型化することも行われている。フェースを大型化することにより、フェースが握み易くなるため打球時のボールの変形が減少し、エネルギーロスが減少すると考えられている。例えば、特開平11-76473号公報には、 $\{(\text{フェースの高さ}) / (\text{フェースの肉厚})\}^3 / (\text{フェース材のヤング率})$ を0.8以上16.0以下とすることでゴルフヘッドの反発性を向上させることが開示されており、更にフェース部の高さは56mm以上とすることが好ましいことが開示されている。

【0004】ゴルフクラブは、その長さによって適切とされるヘッドの重量範囲があるために過剰にヘッドやフェースを大型化することはできないとされている。この問題を解決するために、高強度材の採用、リブ構造等の手段も提案されているが、十分な解決策とは言えず、慣性モーメントを増大すべくヘッドを大型化することと、反発性を向上すべくフェースの高さを増大することを同時に実施することは困難と考えられている。

【0005】また、フェースの強度を保持しつつ薄肉化を実現する手段としては、特開平10-234894号公報でフェースに溝を設けず、フェースにブラスト加工を施したヘッドも提案されているが、ゴルファーが溝のないことに不安を感じるという問題も知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題を解決すべく提案されたもので、ヘッドにおいて最も厚肉であり重量への影響が大きいフェース部分の寸法を最適化することで、慣性モーメントとフェース高さの増大による方向性、反発性の向上を実現しつつ、かつ軽量化を維持して重量増加の問題を最小に抑えたゴルフクラブヘッドを提供することを目的とする。更に、フェースの溝をなくし、フェースの薄肉化を一層可能にすることで、方向性および反発性を一層向上させつつ、溝がないことによるスピン減少の問題をも併せて解決したゴルフクラブヘッドを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は次のとおりである。

(1) 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース高さをH、フェースの幅をLとした場合に、 H/L を0.5以上1.0以下としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

(2) 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、X軸回りの慣性モーメントを $2.0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 以上としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

(3) 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、ヘッド重量が190g未満としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

(4) 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース高さを56mm以上としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

(5) 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、X軸およびY軸に平行な平面に重心を投影した点から、前記平面にシャフト軸を投影した直線に降ろした垂線の長さである重心距離が45mm以下としたことを特徴とするゴルフクラブヘッド。

(6) 中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース表面の表面粗さを5~30 μ mとしたことを特徴とする上記(1)~(5)のいずれかの項に記載のゴルフクラブヘッド。

(7) 前記フェース表面の表面粗さを5~30 μ mとした部分がソール面に平行な複数の直線であることを特徴とする上記(6)記載のゴルフクラブヘッド。

(8) フェース以外のヘッド部材を浮遊溶解減圧吸引精密鋳造法により成形したことを特徴とする上記(1)~(7)のいずれかの項に記載のゴルフクラブヘッド。

【0008】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について詳細に説明する。本発明は、第一に、中空構造を有する体積360ml以上のゴルフクラブヘッドであって、フェース高さをH、フェースの幅をLとした場合に、H/Lを0.5以上1.0以下であるゴルフクラブヘッドである。現在のウッド型ゴルフヘッドにおいて主流であるチタン合金、或いはマルエージング鋼等の高強度鋼を使用する場合、フェースの高さHを56mm以上、フェースの幅Lを112mm以下とすることが好ましい。本発明においてフェース高さHを56mm以上とした理由は、ボールをティーアップした状態で、ボールの上部は地面より約56mmの高さとなる。そのため、フェース高さが56mmに満たないヘッドをアドレスすると、ボールがフェースの上にはみだしてしまい、ゴルフファーに*

表1

名称	体積(ml)	H/L	Y軸回りの慣性モーメント ($\times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$)	反発係数
従来例	360	0.48	3.45	0.80
実施例1	400	0.57	3.75	0.84
実施例2	415	0.50	3.95	0.84

なお、本発明でいうフェース高さ(H)、フェース幅(L)とは図3に示すように、ヘッドを所定のライ角 θ でおいた場合に、上下方向の最大幅をフェース高さ:Hとし、水平方向の最大幅をフェースの幅:Lとするものである。第二に、上述したような体積360ml以上、フェース高さ(H)とフェース幅(L)との関係H/Lを0.5以上1.0以下とすると、フェース面は上下に※50

*不安感を与える。そこで、フェース高さを56mm以上とすれば、フェースはボールの上部より高くなるため、安心してアドレスすることが可能になるからである。なお、本発明において使用する材料は上記の外にNi-Cr合金鋼、ジュラルミン、アモルファス金属、CFRP、GFRPなども有効である。

【0009】表1にヘッド体積、フェース高さ(H)とフェースの幅(L)との関係と両者の関係に基づくY軸回りの慣性モーメントおよび反発係数の関係を示した。表1に示すように、ヘッド体積が従来の360mlの従来例1においてはH/Lが0.48と低く、そのために慣性モーメントも $3.45 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ 、反発係数も0.80と小さい。これに対し、本発明による実施例1(400ml)および実施例2(415ml)の大型ヘッドの場合においては、ヘッドの大型化にもかかわらず、H/Lが0.57、0.50と大きく、慣性モーメントおよび反発係数も従来例1に比較して格段に大きな値を示していることが分かる。従って、反発性と慣性モーメントを高度に両立させるためにはH/Lを0.5以上にすることが必要であり、また、H/Lが異常に大きくなるとゴルフファーに視覚的な不安感を与えることに加え、反発性もフェースの幅(L)による制約が生じるためH/Lを1.0以下にすることが好ましい。

【0010】実施例1および実施例2は、両者ともチタン合金で試作した中空ウッドヘッドであるが、強度を配慮した上で、できるだけ体積を大きくしたものであり、これらのフェース高さ(H)は56mm以上であり、フェースの幅(L)は112mm以下である。これによりチタン合金、マルエージング鋼等の高強度鋼及び上述した材料等、現在主流の材料にて本発明の目的とするフェース高さ(H)を56mm以上であり、フェースの幅(L)を112mm以下のゴルフクラブヘッドが実現できる。

【0011】

【表1】

※拡大し、従来ならフェースに当たらなかったミスショットがフェース面に当たるようになる。しかし、これは打点からスイートスポットまでの距離が大きく、安定した打撃とまではならない。これは、X軸まわりの慣性モーメントの改善が十分になされていなかったためである。そこで、本発明においては、X軸まわりの慣性モーメントを $2.0 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ 以上に増大することで、

上述のような大きく上下にスイートスポットからはずれた打撃であっても、ボールの飛び出し仰角やスピンの安定し、本発明の効果である打撃の安定と反発の向上を、フェース上の広い範囲で享受できるようになるものである。

【0012】表2、図5および図6にヘッドの体積とY軸回りの慣性モーメント、X軸回りの慣性モーメントの関係を示す。表2は従来例および実施例のヘッド体積とY軸回りの慣性モーメントの測定結果を示し、図5はそれらの関係を散布図として表したものである。慣性モーメントはヘッドの体積で一義的に決まるものでなく、多少のバラツキは生じるが、図5の示すように、体積が360ml以下の従来例1(265ml)、従来例2、3(300ml)、従来例4、5(350ml)のそれぞれは、いずれもY軸回りの慣性モーメントが低く、要求される方向性が確保できていない。一方、ヘッド体積が360ml以上の実施例1(400ml)および実施例2(415ml)の大型ヘッドの場合においては、Y軸回りの慣性モーメントを要求される方向性を確保しうる $3.5 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 以上に増大することが可能になる。

【0013】水平な面上に、所定のライ角で置かれたヘッドを、飛球方向より水平に見たのが図3である。図3において、ヘッドの重心を原点とし、紙面上水平にX軸をとり、上下にY軸をとり、それぞれの軸を回転軸とした場合の慣性モーメントを、それぞれX軸回りの慣性モーメント、Y軸回りの慣性モーメントという。また、図3はX軸、Y軸に平行な平面であるから、図3上における原点、すなわち、重心とシャフト軸との距離が重心距離である。

【0014】

【表2】

表2

名称	体積(ml)	Y軸回りの慣性モーメント ($\times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$)
従来例1	265	2.70
従来例2	300	3.05
従来例3	300	2.83
従来例4	350	3.26
従来例5	350	3.38
実施例1	400	3.75
実施例2	415	3.95

次に、表3にヘッド体積とX軸回りの慣性モーメントとの関係を示した。表3に示すように、体積が360ml以下の従来例1(265ml)、従来例3(300ml)、従来例5(350ml)のそれぞれは、いずれも上下方向、即ち、X軸回りの慣性モーメントが1.7

し、スイートスポットを上下に外したミスショットにおけるヘッドの上下方向のブレが大きいことが分かる。一方、本発明による実施例1(400ml)および実施例2(415ml)の大型ヘッドにおいてもX軸回りの慣性モーメントは2.15、 $2.27 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ と非常に大きな値を示し、いずれもX軸回りの慣性モーメントが $2.0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ を超えていることが分かる。

【0015】

【表3】

表3

名称	体積(ml)	X軸回りの慣性モーメント ($\times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$)
従来例1	265	1.73
従来例3	300	1.82
従来例5	350	1.9
実施例1	400	2.15
実施例2	415	2.27

即ち、ヘッド体積を増加させる場合、一般的には全体の寸法を比較的大きくすることを指向するが、これではフェース部分も大きくなり、その分の重量増を相殺すべくフェース以外の部分を軽量化する必要に迫られる。このため、ヘッド周辺部分の重量配分が小さくなり、期待したほどのY軸回りの慣性モーメントの増加が図れないことが多い。一方、これを回避しようとする、フェース部を小さいままで、それ以外の部分を大型化すると、前述したように、 $\{(\text{フェースの高さ}) / (\text{フェースの肉厚})\}^3 / (\text{フェース材のヤング率})$ が小さくなり、反発性の低いヘッドとなってしまふ。

【0016】第三に、本発明においては体積360ml以上で、ヘッド重量を190g未満とした。これは、ヘッド体積を360ml以上と大型化するとヘッド重量は必然的に増加傾向となるが、一般にゴルフクラブの振り易さを保つためには、クラブ長さが長いものほどヘッド重量を軽くすべきであると言われている。本発明者らの研究の結果は、ヘッド重量を190g以上とした場合、クラブ長さを45インチ(1143mm)以上に長く設定するとクラブの振り易さが著しく低下することが判明した。一方、体積が360ml以上の大型のヘッドでクラブ長さを45インチ(1143mm)以下に設定すると、クラブ長さやヘッドの大きさの視覚的なバランスが崩れ、ゴルファーに「きちんと振れ切れるだろうか」という心理的な不安感を与えてしまうことが分かった。そのためには、上述したように、フェース高さ(H)とフェースの幅(L)との関係を $H/L: 0.5$ 以上1.0以下とし、ヘッド重量を190g未満に抑えることが必要で、好ましくはフェース厚さも2.8mm以下とすることにより、一層慣性モーメントと反発性の向上を図る

ことが可能になる。

【0017】第四に、本発明においては、ヘッド体積を360ml以上と大型化し、かつX軸およびY軸に平行な平面に重心を投影した点から、前記平面にシャフト軸を投影した直線に降ろした垂線の長さである重心距離を45mm以下に規定した。これを図3に示した。図3は、ヘッドをトウ側より見た断面と原点、Y軸、およびフェースの高さH、重心距離 L_g を示すものである。

【0018】ヘッドを360ml以上に大型化すると、X軸Y軸に並行な平面にヘッドの重心を投影した点から、該平面にシャフト軸を投影した直線におろした垂線の長さ、いわゆる重心距離が長くなりがちである。重心距離が長くなりすぎると、スイング中にヘッドに加わる遠心力がシャフト軸まわりに大きなねじれモーメントを発生させるため、スイングの安定性を損ねる。そこで、重心距離は従来と同等の45mm以下に留めるのが適切である。

【0019】第五に、本発明においては、ヘッド体積を360ml以上と大型化し、かつフェース表面の表面粗さを5~30 μ mとし、好ましくはこの表面粗さを設けた部分が複数の直線を形成する規定をした。これは、前述したように、慣性モーメントと反発性の向上を図る目的からはフェースに溝を設けない方がフェース部の強度のバラツキや打撃時の応力集中を回避できるためフェースの薄肉化が可能となり、ヘッド重量を増加させることなくヘッド体積或いはフェース高さを増大できるから有利であると言われている。フェースの溝をなくした場合には、フェースにサンドブラスト等のブラスト処理を行うことでフェースが水などで濡れた場合もスピンを得やすくなるが、特開平10-234894号公報に開示されたようなフェース全面にブラスト加工を施す必要はない。図2において、フェース部1に設けられた溝6の深さは平均で30 μ mを超えているのが通常のフェース部である。

【0020】フェース部1に設けられた溝6の役割は、フェースが水で濡れた場合の排水機能であることは一般に知られたことである。しかし、本発明者らの検討によれば、表面粗さが5~30 μ mの範囲であれば、濡れていないときと同等以上のスピン機能が得られることが分かった。図7に、フェースが濡れた場合におけるフェース表面の表面粗さとスピンの関係を示した。スピンは、ドライ状態、即ち、濡れていない時のスピンを100%とし、これに対する割合を示した。図7から分かるように、表面粗さが5~30 μ mの範囲でも100%以上のスピンが得られている。

【0021】本発明において表面粗さを5~30 μ mにするには、ブラスト装置にて空気圧：500KPaで15秒間、粒径：0.3mmにカットされたステンレス粒子を偏平ノズルから線状に噴射することで達成できる。なお、本発明範囲の表面粗さを線状に付与できる手段が

あれば他の手段でもよい。また、ボールがフェースに接触する範囲は直径20mm程度の円であり、この範囲の一部でも表面を粗くしておけば十分なスピン性能が得られるため、フェース全面を粗くする必要はなく、美観やゴルファーの不安感等を考慮して従来の溝と同様な形状をした複数の線状の粗面をもった部位とすることが好ましいのである。この線状の粗面を形成する方法としては、ヘッドの塗装を行った後に、トウ5からヒール4方向へ延びる複数の直線部分が露出するようマスキングを行い、ブラスト処理を行うことが好ましい。このブラスト処理により塗装部分が剥がれることと相まってフェース部分には従来と類似の溝に似た線状模様が形成され同様の美観を得られる。

【0022】ブラスト処理では、塗装がはがされることにより、一般的には30~60 μ mある塗膜分の段差が生じ、一見、溝のように見えるからである。塗装をめっきなどに置き換えることも可能である。なお、表面粗さを5~30 μ mにする部分を、前述の発明と反転させて直線部以外ののみとしたり、直線ではなく曲線あるいは模様としても、同様なスピン性能を得られる。更に、表面粗さを5~30 μ mにする部分以外は鏡面仕上げ、IPめっきとすると一層美観を向上できる。

【0023】上述したフェース部の成型は、鍛造やプレス、圧延等の方法で行われることが好ましい。また、フェース以外のヘッド部材を浮遊溶解減圧吸引精密鋳造法により成形することが好ましい。この浮遊溶解減圧吸引精密鋳造法は、特開平10-318679号公報に記載されているが、高周波電流による磁気の方で溶解チタンを半浮遊状態にし、チタン溶湯を瞬時に鋳型に吸引して凝固する鋳造方法であり、溶解チタンが容器に接触することなく半浮遊状態にあるため、表面の酸化が起こりにくく、成型後に材料本来の強度が発揮できる点で極めて優れた鋳造方法であり、本発明においてもこの鋳造方法を採用することが好ましい。このため、従来以上に薄肉化しても必要強度を確保することが可能となる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ゴルフヘッドを大型化し、かつ慣性モーメントと反発性を同時に高めることが可能となり、更に方向性と飛距離特性の優れたゴルフクラブヘッドを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による線状粗面部を有する大型ゴルフクラブヘッドを示す図。

【図2】従来の溝付きゴルフクラブヘッドを示す図。

【図3】本発明による大型ゴルフクラブヘッドにおいてフェース高さ(H)とフェース幅(L)と重心距離(L_g)と慣性モーメントを表すY軸を示す図。

【図4】本発明による大型ゴルフクラブヘッドにおいて慣性モーメントを表すX軸と重心位置を示す図。

【図5】ヘッド体積とY軸回りの慣性モーメントとの関係を示す図。

【図6】ヘッド体積とX軸回りの慣性モーメントとの関係を示す図。

【図7】フェース表面の表面粗さとスピン量との関係を示す図。

【符号の説明】

1…フェース
2…トップ
3…ソール
4…ヒール

5…トゥ

6…フェース部の溝

7…ブラスト線状処理部

H…フェース高さ

L…フェース幅

P…シャフト軸

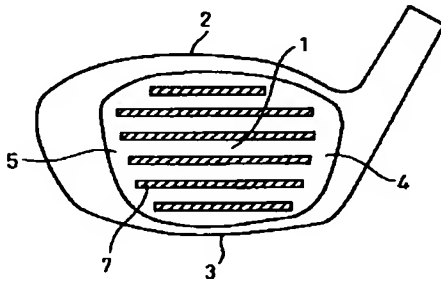
θ …ライ角

I_x …X軸回りの慣性モーメント（上下の慣性モーメント）

10 I_y …Y軸回りの慣性モーメント（左右の慣性モーメント）

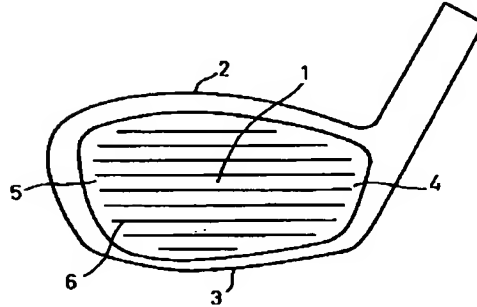
【図1】

図 1



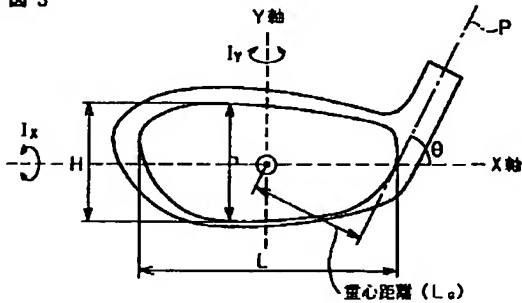
【図2】

図 2



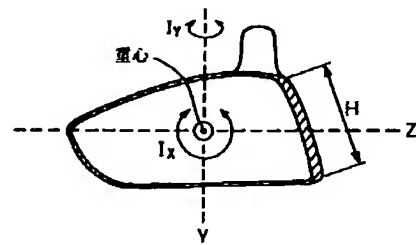
【図3】

図 3

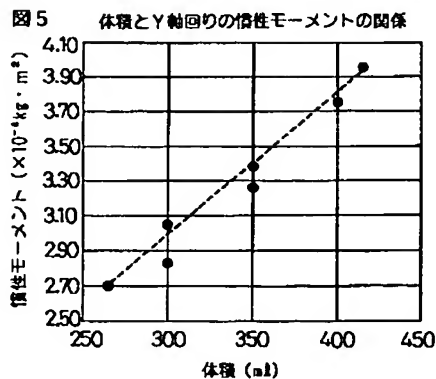


【図4】

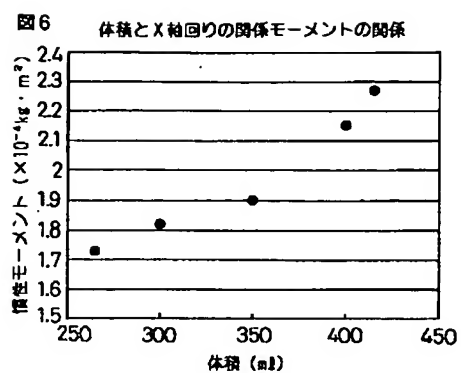
図 4



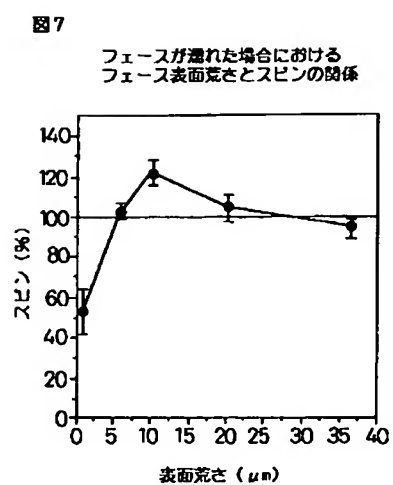
【図5】



【図6】



【図7】



PAT-NO: JP02001286585A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001286585 A
TITLE: GOLF CLUB HEAD
PUBN-DATE: October 16, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SODA, TAKEO	N/A
KAWASHIMA, NOBUHIRO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MARUMAN GOLF CORP	N/A

APPL-NO: JP2000110569
APPL-DATE: April 6, 2000

INT-CL (IPC): A63B053/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a golf club head having a hollow structure, and high inertial moment, light-weight and short distance of center of gravity in spite of a large volume, and having linear roughness on the face.

✓ SOLUTION: In this golf club head having a hollow structure and a volume of 360 ml or more, when the face height is taken as H, and the face width is taken as L, H/L is set from 0.5 to 1.0, the inertia moment round an X-axis is set 2.0×10^{-4} kg.m², the head weight is set under 190 g, the head height is set 56 mm or more, and the distance of center of gravity ✓

which is the length of
a plumb line dropping from the point of projecting the
center of gravity on a
plane parallel to the X-axis and Y-axis on a straight line
obtained by
projecting the shaft axis on the plane is 45 mm or less. ✓

COPYRIGHT: (C)2001,JPO